



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09197303 A**(43) Date of publication of application: **31.07.97**

(51) Int. Cl.

**G02B 26/08**(21) Application number: **08009958**(22) Date of filing: **24.01.96**(71) Applicant: **HITACHI CABLE LTD**

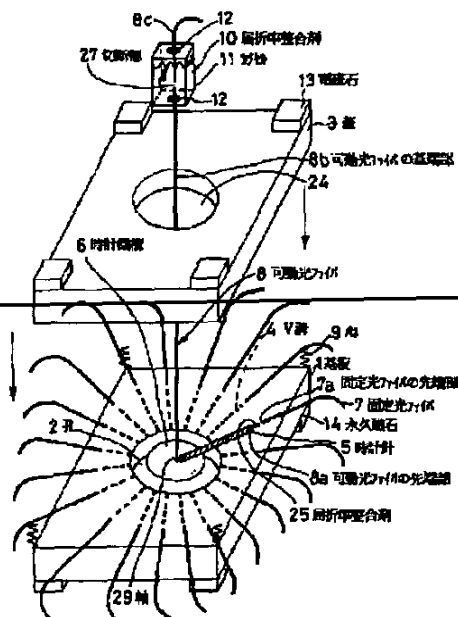
(72) Inventor: **OKUBO HIROYUKI  
HONGO AKISHI  
KAWAMATA SHIGERU  
KASHIMURA SEIICHI**

(54) **OPTICAL SWITCH**

## (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To make it possible to reduce the insertion loss and to rotate an optical fiber 360° in spite of being machined M×N type rotary optical switch.

**SOLUTION:** A circular hole 2 is perforated on the center of a board 1, an analog type clock mechanism 6 is inserted into the hole 2 so that a needle 5 points out the outer peripheral part of the hole 2. A fiber 8 is fixed to the needle 5 and the base end part 8b of the fiber 8 is extended up to a position just above the mechanism 6 and cut off. A cut part 27 is inserted into a capsule 11 filled with a refractive index matching agent 10, the needle side base end part 8b is rotatably set up and a base end part 8c on the opposite side of the needle is fixed together with the capsule 11. Plural V-shaped grooves 4 are radially formed on the base 1 and fibers 7 are connected from the halfways of the grooves 4. When the needle 5 is rotated, the fiber 8 connected to the needle 5 is engaged with the groove 4. When the fiber 8 is engaged with the groove 4, an electromagnet 13 is turned on and a cover 3 is stuck close to the base 1 to press the fiber 8 into the groove 4. A part between tip parts 7a, 8a is filled with a refractive index matching agent 25.



COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-197303

(43)公開日 平成9年(1997)7月31日

(51)Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 2 B 26/08

G 0 2 B 26/08

F

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平8-9958

(22)出願日 平成8年(1996)1月24日

(71)出願人 000005120

日立電線株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目1番2号

(72)発明者 大久保 博行

茨城県土浦市木田余町3550番地 日立電線

株式会社アドバンスリサーチセンタ内

(72)発明者 本郷 晃史

茨城県土浦市木田余町3550番地 日立電線

株式会社アドバンスリサーチセンタ内

(72)発明者 川又 繁

茨城県土浦市木田余町3550番地 日立電線

株式会社アドバンスリサーチセンタ内

(74)代理人 弁理士 松本 孝

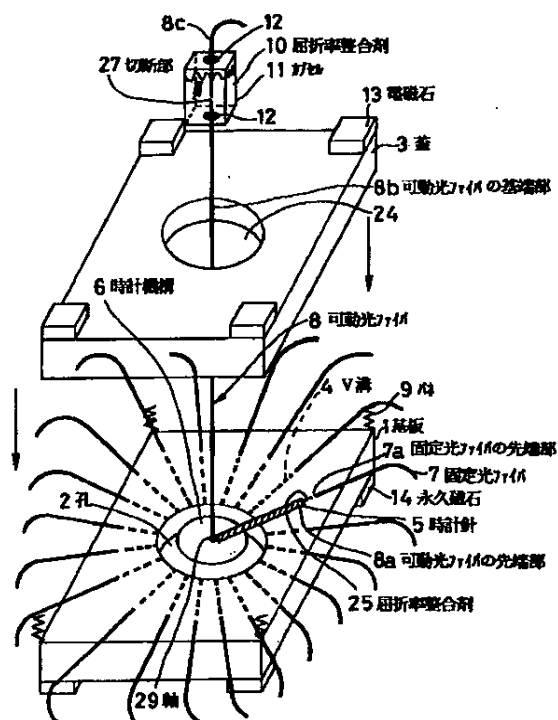
最終頁に続く

## (54)【発明の名称】 光スイッチ

## (57)【要約】

【課題】機械式のM×N型ロータリ光スイッチでありながら、低挿入損失で、かつ光ファイバを360°以上回転できるようにする。

【解決手段】基板1の中央に円形の孔2を開け、そこにアナログ式の時計機構6を挿入して針5が孔2の外周部を指し示すようにする。針5にはファイバ8を取り付け、基端部8bを時計機構6の直上に延長して切断する。切断部27は屈折率整合剤10を満たしたカプセル11内に挿入して針側の基端部8bを回転自在とし、針と反対側の基端部8cをカプセル11と共に固定する。基板1には複数のV溝4を放射状に設け、V溝4の途中からファイバ7を取り付ける。針5が回転移動すると、針5に取り付けたファイバ8がV溝4に入り込む。ファイバ8がV溝4内に入ったら電磁石13をオンし、蓋3を基板1上に密着してファイバ8をV溝4内に押し付ける。先端部7a、8a間は屈折率整合剤25で満たす。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】光ファイバを機械的に移動させることにより光路の切替えを行う光スイッチにおいて、中央に孔を設けた基板と、該基板に上記孔の径方向に光軸を向けて設けられたN本（ $N \geq 1$ ）の固定光路と、上記基板の孔内に設けられ、孔の中心と一致した軸を中心に回転移動して孔の外周部の基板上の任意の点を差し示す時計針を有するアナログ式の時計機構と、該時計機構の時計針に取り付けられ、時計針とともに回転移動することにより、上記基板に取り付けられた固定光路と光結合されるM本（ $M \geq 1$ ）の可動光ファイバとを備えたことを特徴とする光スイッチ。

【請求項2】請求項1に記載の光スイッチにおいて、上記アナログ式の時計機構が、水晶振動子を駆動源として駆動される光スイッチ。

【請求項3】請求項1または2に記載の光スイッチにおいて、上記固定光路が固定光ファイバであり、上記基板上に上記孔の径方向に設けられ、上記固定光ファイバを入れて予め取り付けるとともに、上記時計針とともに回転移動する可動光ファイバを入れてこれら両光ファイバを同一光軸上に位置決めする位置決め溝と、上記基板上に覆いかぶさり、上記時計針に取り付けられた可動光ファイバを上記V溝内に押し付けて固定する蓋とをさらに備えた光スイッチ。

【請求項4】請求項3に記載の光スイッチにおいて、上記時計針に取り付けた可動光ファイバの先端部と、基板に取り付けた固定光ファイバの先端部とのコア径を太くした光スイッチ。

【請求項5】請求項4に記載の光スイッチにおいて、上記時計針に取り付けた可動光ファイバの先端部と、基板に取り付けた固定光ファイバの先端部との間を屈折率整合剤で満たした光スイッチ。

【請求項6】請求項3または4に記載の光スイッチにおいて、上記基板と蓋との間に弾性体を設け、蓋の基板への押付力が解除されたとき、上記弾性体の弾撥力で上記蓋を押上げるようにした光スイッチ。

【請求項7】請求項1ないし6のいずれかに記載の光スイッチにおいて、上記時計針に取り付けた可動光ファイバの基端部を時計針の軸上に延長し途中で切断して、その切断部を屈折率整合剤で満たしたカプセル内に収納し、切断された時計針側の可動光ファイバ基端部を回転自在に設けた光スイッチ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光ファイバを機械的に移動させることにより光路の切替えを行う光スイッチに係り、特に光ファイバを機械的に移動させる手段にアナログ式の時計機構を用いた光スイッチに関する。

## 【0002】

【従来の技術】光加入者システム、光CATV、光LA

Nなどの開発が進められていくにつれて、低挿入損失、高切替速度、高消光比、低クロストーク、波長無依存性、偏波無依存性、小形、低消費電力、高信頼性等の特性を持つ光スイッチのニーズが高まっている。光スイッチの性能として重要な要素は、スイッチング速度、アイソレーション、及び長期安定性である。非機械式光スイッチに比して、機械式光スイッチは、スイッチング速度は数m秒と遅いが、アイソレーションが大きくとれ、波長や偏波に依存しないといった特長があるため、現在ではもっぱら機械式が用いられている。

【0003】従来の機械式光スイッチ例として、図11に示すような1×N型光スイッチが提案されている。これは、ロータリ光スイッチと呼ばれるもので、1本の光ファイバ8を回転テーブル23の上に径方向に取り付け、その回転テーブル23の外周部にN本の光ファイバ7を放射状に配列固定する。回転テーブル23を図示しないステッピングモータによって回転させることにより、外周部のN本の光ファイバ7のうちから1本の光ファイバを選択して回転テーブル23上の光ファイバ8と光結合するものである。通常、回転テーブル23上の光ファイバ8及び外周部の光ファイバ7の先端部には、結合度を高めるために集光レンズ22が取り付けられている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし上述した従来の光スイッチには、次のような欠点があった。

【0005】(1) 回転テーブルの回転軌跡を真円にすることが難しく、回転テーブル上の光ファイバと外周部の光ファイバとの先端部間をあまり狭くすることができない。そのため各先端部に集光レンズが取り付けられているが、集光レンズにより約2.0dBの大きな挿入損失がある。

【0006】(2) 通常、コア径が8μmの光ファイバを用いているが、コア径が小さいので、最大数μmの位置ずれが生じると光特性が劣化する。

【0007】(3) 回転テーブル上に載せた光ファイバの基端部をそのまま延長しているため、回転テーブルを回転するとテーブル上の光ファイバが振れるため、テーブルの回転可能な範囲が360度までに限られ、使い勝手が悪かった。

【0008】本発明の目的は、機械式のロータリ光スイッチにおいて、上述した従来技術の欠点を解消して、低挿入損失特性をもつ光スイッチを提供することにある。また、本発明の目的は、光ファイバの回転可能範囲を360度以上にすることが可能な光スイッチを提供することにある。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の光スイッチは、アナログ式の時計機構で動く時計針に少なくとも1本の光ファイバを取り付け、この時計針の指し示す外周部に

少なくとも1本の光路を設けたものであり、これにより低挿入損失、高切替速度、高消光比、低クロストーク、波長無依存性、偏波無依存性等の特性を持つM×N光スイッチ(M, N≧1)のニーズを満たすことができるようにしたものである。

【0010】第1の発明は、光ファイバを機械的に移動させることにより光路の切替えを行う光スイッチにおいて、中央に孔を設けた基板と、該基板に上記孔の径方向に光軸を向けて設けられたN本(N≧1)の固定光路と、上記基板の孔内に設けられ、孔の中心と一致した軸を中心回転移動して孔の外周部の基板上の任意の点を差し示す時計針を有するアナログ式の時計機構と、該時計機構の時計針に取り付けられ、時計針とともに回転移動することにより、上記基板に取り付けられた固定光路と光結合されるM本(M≧1)の可動光ファイバとを備えた光スイッチである。基板上に設けられる固定光路は、基板上に直接形成される光導波路でも、あるいは基板上に取り付け固定される光ファイバなどでもよい。

【0011】第1の発明の光スイッチにおいて、アナログ式の時計機構の駆動源をステッピングモータとすることもできるが、第2の発明は、水晶振動子を駆動源として駆動するようにした光スイッチであり、これにより光スイッチを小形で、低消費電力にすることができ、信頼性も向上することができる。

【0012】第3の発明は、第1ないし第2の発明の光スイッチにおいて、上記固定光路が固定光ファイバであり、上記基板上に上記孔の径方向に設けられ、上記固定光ファイバを入れて予め取り付けるとともに、上記時計針とともに回転移動する可動光ファイバを入れてこれら両光ファイバを同一光軸上に位置決めする位置決め溝と、上記基板上に覆いかぶさり、上記時計針に取り付けられた可動光ファイバを上記V溝内に押し付けて固定する蓋とをさらに備えた光スイッチであり、これにより時計針に取り付けた可動光ファイバと、基板に取り付けた固定光ファイバとをサブミクロンオーダーで位置制御できる。位置決め溝は、V溝またはU溝等で構成される。

【0013】第4の発明は、第3の発明の光スイッチにおいて、上記時計針に取り付けた可動光ファイバ先端部と、基板に取り付けた固定光ファイバの先端部とのコア径を太くした光スイッチであり、これにより時計針に取り付けた可動光ファイバの先端と、基板に取り付けた固定光ファイバの先端とが、万が一、コア中心に数μm程度の位置ずれが生じても光特性が劣化しない。

【0014】第5の発明は、第4の発明の光スイッチにおいて、上記時計針に取り付けた可動光ファイバの先端部と、基板に取り付けた固定光ファイバの先端部との間を屈折率整合剤で満たした光スイッチである。

【0015】第6の発明は、第3または第4の発明の光スイッチにおいて、上記基板と蓋との間に弾性体を設け、蓋の基板への押付力が解除されたとき、上記弾性体

の弾力力で上記蓋を押し上げるようにした光スイッチである。

【0016】第7の発明は、第1ないし第6の発明の光スイッチにおいて、上記時計針に取り付けた可動光ファイバの基端部を時計針の軸上に延長し途中で切断して、その切断部を屈折率整合剤で満たしたカプセル内に収納し、切断された時計針側の可動光ファイバ基端部を回転自在にした光スイッチである。

【0017】

#### 10 【発明の実施の形態】

(実施の形態) 図1～図2に本発明の光スイッチの実施の形態を説明するための1×N型機械式のロータリ光スイッチを示す。図1はその分解斜視図である。

【0018】まず、光スイッチの構造の大きな枠組みは、円形の孔2を中央に設けた基板1と、円形孔2内に設けられて孔2の外周部の基板1上の任意の点を差し示す時計針5を有するアナログ式の時計機構6と、基板1上に覆いかぶさり時計針5を基板1上に押し付ける蓋3と、基板1に取り付けられた固定光ファイバ7と、時計針5に取り付けられた可動光ファイバ8とからなる。

【0019】基板1上の円形孔2の外周部には、孔2の縁から孔の径方向外方に放射状に延びたN本(N≧1)のV溝4が等間隔で設けられる。このV溝4は、そこに予め取り付けられた固定光路を構成する固定光ファイバ7と、回転移動して入り込む可動光ファイバ8とを同一光軸上に正確に突き合わせて光結合するために設けられる。固定光ファイバ7は、各V溝4内の長さ方向の途中から接着剤、例えば紫外線硬化樹脂で取り付けられ、N本の固定光ファイバ7の光軸は孔2の径方向を向くようになる。

【0020】基板1の裏面の4箇所に、蓋3を磁気力により基板1上に密着させるための永久磁石14を取り付ける。また、基板1の表面の4箇所に弾力力で蓋3を押し上げるためのバネ9を取り付ける。ここでは基板1を矩形としているので、永久磁石14及びバネ9の取付け箇所を4隅とした。なお、基板は円形でも良く、その形状は任意である。

【0021】このような基板1にはSiあるいはガラスが用いられる。基板1としてSiを用いた場合には、V溝4はKOH溶液によってウェットエッチングすることにより形成する。また、基板1がSiO<sub>2</sub>の場合には、V溝4はブレードを用いた切削により形成する。円形の孔2は、その面積がアナログ式の時計機構6の大きさに合うように、CO<sub>2</sub>レーザーにより円形状に切断、加工する。

【0022】基板1の円形孔2に設けられるアナログ式の時計機構6は、円形孔2の中心と一致した軸29を中心に回転移動する時計針5を有する。時計針5は円形孔2の半径上に沿って設けてあり、その長さは軸29から固定光ファイバ7に取り付けられているV溝4の途中ま

で延びている。時計機構6の詳細は図示しないが、公知の水晶時計技術をそのまま利用したものでよく、駆動源となる水晶振動子の振動を電気信号に変え、分周回路によって所定の低周波数に落とし、その周期でソレノイドを駆動して歯車を回転させ、歯車の軸に取り付けた時計針5を回転移動させるようになっている。時計針5の動作刻み(ピッチ)は、基板1に放射状に設けたV溝4の間隔に合せるか、それよりも細かくする。これにより時計針5はステップ状に回転移動して、1ピッチあるいは数ピッチ回転移動する毎に、正確にV溝4上を指し示すようになる。

【0023】この時計針5には、1本の可動光ファイバ8が接着剤、例えば紫外線硬化樹脂で取り付けられ、時計針5とともに回転移動するようになっている。時計針5に取り付けられる可動光ファイバ8の先端部8aは、時計針5がV溝4を指し示したとき、当該V溝4に固定された固定光ファイバ7の先端部7aと突き合わされる位置に設定される。したがって、1本の可動光ファイバ8に入射した光は、基板1の孔2の外周部に取り付けたV溝4内のN本の固定光ファイバ7の中から選択された1本の固定光ファイバ7に伝送される。この光スイッチは切替が機械式なので、クロストークが小さく、消光比を高くすることができ、また波長依存性及び偏波依存性が存在しない。

【0024】可動光ファイバ8の基端部8bは、時計機構6の時計針5の軸29の真上に引き延ばされる。引き延ばされた光ファイバ8の基端部8bは途中で切断されて、その切断部27は屈折率整合剤10で満たしたカプセル11内にゴムパッキン12を介して挿入される。カプセル11及び時計針5と反対側の光ファイバ基端部8cは固定するが、時計針側の可動光ファイバ基端部8bは光軸を中心に回転自在として、時計針5が回転移動しても時計針側の可動光ファイバ8が振れないようにする。

【0025】なお、カプセル11内に注入する屈折率整合剤10としては、可動光ファイバ8のコアの屈折率 $n_a$ と略等しい屈折率をもつ整合剤が望ましく、例えばメチルシクロヘキサノール( $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_{11}\text{OH}$ 、屈折率1.461、1気圧における沸点155度)などを用いることができる。

【0026】基板1上に覆いかぶさり、時計針5に取り付けた可動光ファイバ8を基板1のV溝4内に押さえ付けるための蓋3は、基板1と同様に中央に時計機構6を挿入するための円形孔24を設け、その円形孔24内には可動光ファイバ8の延長した基端部8bが挿通される。蓋3は、基板1上に押し付けられたとき、時計針5に取り付けられた可動光ファイバ8をV溝4内に押し付けて固定する。この固定を磁気力で行うために、永久磁石14を取り付けた基板1の四隅に対応する蓋3の上面四隅に電磁石13を取り付け、電磁石13のオンにより

蓋3を基板1に密着させ、オフにより蓋3の密着を解除するようにしてある。なお、永久磁石14、電磁石13の個数は4個という数に限定されず、任意の数にすることができる。

【0027】このような蓋3にも、基板1と同様にSiあるいはガラスが用いられる。蓋3としてSiを用いた場合には、円形の孔24は、基板1と同様に $\text{CO}_2$ レーザーにより円形状に切断、加工する。

【0028】図2は上述した1×N型機械式ロータリ光スイッチの組立図であり、図2(a)は蓋を透かして見た平面図、図2(b)は図2(a)のb-b'断面図、図2(c)は図2(a)のc-c'拡大断面図である。なお、ここでは、V溝4及び固定光ファイバ7は外周部の1/4が描かれており、残りの3/4は省略されている。

【0029】図2(b)に示すように、光ファイバ7、8の結合性をよくするために、時計針5に取り付けた可動光ファイバ8の先端部8aと、基板1のV溝4に取り付けた固定光ファイバ7の先端部7aとのコア径を太くする。例えば、両光ファイバの先端部7a、8aは、バーナなどの加熱装置で加熱して、その径を8 $\mu\text{m}$ よりも太い形状に加工する。また、さらに可動光ファイバ8から固定光ファイバ7への挿入損失をよくするために、両光ファイバの先端部7a、8a間を屈折率整合剤25で満たすようにしてある。この屈折率整合剤25も、カプセル11内の屈折率整合剤10と同じものを用いる。なお、符号15は時計機構の駆動源となる水晶振動子を含む駆動系である。

【0030】なお、図1、図2(b)では、便宜的に可動光ファイバ8が直接時計針5の軸29に固定されているように描いたが、実際には図3のように時計針5に固定される。図3(a)の左側面図、(b)の正面図に示すように、光ファイバ8を時計針5の付根付近から時計針の裏側にもってきて、時計針5に沿って配線し、先端部8aを時計針5より突き出すようにする。なお、図3(c)の左側面図、(d)の正面図のように、時計針5に穴26を開け、そこに光ファイバ8を通すようにしてもよい。

【0031】次に、図4を用いて上述した光スイッチの光路切替の動作を説明する。図4(a)は時計針5に取り付けた可動光ファイバ8が基板1上のV溝4に入っている様子を示す。このとき電磁石13をオンさせ、電磁石13と永久磁石14との間に磁気吸着力を作用させる。これによりバネ9の弾力に抗して蓋3を基板1上に押し付けて、時計針5に取り付けた可動光ファイバ8をV溝4内に固定し、当該V溝4内に予め固定されている固定光ファイバと光結合させている。

【0032】時計針5に取り付けた可動光ファイバ8を、この状態から別のV溝4へ移動するには、まず、電磁石13をオフして磁気吸着力を解除し、バネ9の弾力

力で蓋3を持ち上げ、時計針5及びこれに取り付けた可動光ファイバ8の移動を可能にする。次に、水晶振動子で時計機構を駆動して、図4(b)及び(c)に示すように、時計針5及び可動光ファイバ8を移動して別のV溝4に可動光ファイバ8を入り込ませる。移動後、図4(d)に示すように、電磁石13を再びオンして蓋3を基板1に押し付け、可動光ファイバ8を別なV溝4内に固定し、当該V溝4内に固定されている別な固定光ファイバと光結合させることにより光路を切替える。

【0033】以上説明したように本実施の形態によれば、時計針5は、水晶振動子15により駆動される時計機構により回転移動するので、時計針5に取り付けた可動光ファイバ8と、基板1の孔2の外周部に取り付けた固定光ファイバ7とのスイッチング時間、光路保持時間を正確かつ任意に制御することができる。また、時計針5の指し示す基板1の孔外周部にV溝4を設けて、そこに予め固定光ファイバ7を固定しておき、時計針5とともに回転移動する可動光ファイバ8を入り込ませるようにしたので、可動光ファイバ8のコア中心を、外周部の固定光ファイバ7のコア中心にサブミクロンというきわめて高精度なオーダで位置合わせすることができる。

【0034】また、時計針5に取り付けた可動光ファイバ8の先端部8a及び基板1に固定した固定光ファイバ7の先端部7aとはともにコア径を太くしてあるので、回転移動する可動光ファイバ先端部8aと、基板1上の固定光ファイバ先端部7aとの間に最大数 $\mu\text{m}$ の位置ずれが生じて、光特性が劣化しない。

【0035】(他の実施の形態)なお、本発明は上述した実施の形態に限定されるものではない。例えば固定光路は光ファイバに限定されるものではなく、プレーナ型光導波路を光路とした場合にも適用できる。図5はその適用例を示した光スイッチであり、図5(a)は概略断面図、図5(b)はその要部斜視図、図5(c)はその側面図である。基板1上に直接光導波路16を形成し、その端部に形成したV溝4に、光導波路16のコア17と可動光ファイバ8のコア18との軸が合うように、可動光ファイバ8を入り込ませて、蓋3で押付け固定するようにしたものである。

【0036】また、図6に示すように、可動光ファイバ8と固定光ファイバ7との間にケース30内に納めた光学系部品を介在させて、ファイバ7、8間を結合するようにしてもよい。光学部品として、図6(a)のものは、ミラー31、レンズ32及びロッドレンズ33を使用した場合を示し、図6(b)のものは、可動光ファイバ8を分断し、その間にミラー31、レンズ32を介在させて、ロッドレンズを省略した場合を示している。ケース30は時計の時計針5の軸29に固定され、時計針5及びロッドレンズ33または分断した光ファイバ8がケース30に取り付けられている。

【0037】また、上述した実施の形態では、磁石1

3、14を蓋3及び基板1の対向面ではなく、反対面にそれぞれ設けた場合について説明したが、磁気吸着力をより高める必要がある場合には、図7に示すように、蓋3及び基板1内にそれぞれ磁石13、14を埋込み、これらに対向させるように配置してもよい。

【0038】また、磁気力で密着させる代りに、静電気力または他の方法によってもよい。さらに、1入力、N( $N \geq 1$ )出力、いわゆる $1 \times N$ 型光スイッチの場合を説明したが、 $2 \times N$ 型光スイッチ( $N \geq 1$ )にも、広く $M \times N$ 型光スイッチ( $M, N \geq 1$ )にも本発明は適用することができる。

【0039】図8は $2 \times N$ 型光スイッチに適用した実施の形態である。時計機構6には、一緒に動く2本の時計針5a、5bを円形孔2の直径上に沿って設ける。なお、両時計針5a、5b間に角度を付けてもよい。時計針5a、5bに可動光ファイバ8、28をそれぞれ取り付け、その2本の基端部8b、28bを延長してカプセル11内に回転自在に挿入し、内部で切断して光ファイバ基端部8c、28cを取り出したものである。これによれば、N本の固定光ファイバ7の中から2本の固定光ファイバ7を同時に選択して可動光ファイバ8、28と光結合できる。

【0040】図9は $M \times N$ 型光スイッチに適用した実施の形態である。図1に示した $1 \times N$ 型光スイッチを2つ組合わせて構成したものであり、符号20は図1に相当する光スイッチ、符号21は図1の8cに相当するカプセル挿通後の可動光ファイバ基端部である。これによれば複数の光ファイバ7の入力Mの中から任意の1つを、複数の光ファイバ7の出力Nの中の任意の1つに接続することができる。

【0041】また、図1、図2、図6では、可動光ファイバ8の上端の切断部に屈折率整合剤10を入れたカプセル11を設けたが、このカプセル11の代りに、光ロータリジョイントを用いてもよい。図10に示すように、光ロータリジョイント40を用いる場合、その静止体41側に光ファイバ8cが取り付けられ、回転体42側に可動光ファイバ8bが取り付けられ、時計の時計針と同期して回転するように、回転体42が別の駆動装置により駆動される。

【0042】

【発明の効果】請求項1に記載の発明によれば、アナログ式の時計針が動く時計機構を用いているので、既存の精密機械技術を利用して光ファイバを高精度に回転移動できるため、時計針に取り付けた可動光ファイバから基板に設けた固定光路への挿入損失を低減し、低損失な光スイッチング機能を持たせることができる。

【0043】請求項2に記載の発明によれば、アナログ式時計機構の駆動源を水晶振動子にしたので、小形化、低消費電力、高信頼性が得られ、また水晶振動子の振動数を変えることにより、スイッチング時間、光路保持時

間を任意に設定できる。

【0044】請求項3に記載の発明によれば、光結合時、可動光ファイバを位置決め溝に入れるとともに、蓋で押し付けて固定するようにしたので、位置決め溝に取り付けられている固定光ファイバとの間を高精度に位置合わせでき、挿入損失を小さくすることができる。

【0045】請求項4に記載の発明によれば、時計針と基板とにそれぞれ取り付けられた各光ファイバの先端部のコア径を太くするようにしたので、回転移動する可動光ファイバの先端部と、基板上の固定光ファイバの先端部との間に、ある程度の位置ずれが生じてても、光特性が劣化しない。

【0046】請求項5に記載の発明によれば、可動光ファイバ先端部と固定光ファイバ先端部との間に屈折率整合剤を満たしたので、一層挿入損失を小さくすることができる。

【0047】請求項6に記載の発明によれば、基板と蓋との間に弾性体を介在させて、弾性体の弾撥力で蓋を押し上げるようにしたので、時計針に取り付けた可動光ファイバの回転移動が容易となる。

【0048】請求項7に記載の発明によれば、可動光ファイバの基端部は途中で切断してあるので、可動光ファイバを時計針とともに回転移動させても基端部が振れることがなく、可動光ファイバを360度以上回転することができ、使い勝手が格段に向上する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光スイッチの実施の形態を説明するための機械式のロータリ光スイッチを示す分解斜視図である。

【図2】本実施の形態の光スイッチを示す組立図であり、(a)は平面図、(b)は(a)のb-b'断面図、(c)は(a)のc-c'断面図である。

【図3】本実施の形態の可動光ファイバの時計針への取付け状況を示す説明図であり、(a)は光ファイバを時計針の裏側に沿って配設したもの、(b)は光ファイバを時計針に設けた穴に通したものである。

【図4】本実施の形態の光スイッチの光路切替えの動作を示す説明図である。

【図5】他の実施の形態を示す光導波路を用いた光スイ \*

\* ッチの説明図であり、(a)は側断面図、(b)は要部斜視図、(c)は要部拡大図である。

【図6】他の実施の形態を示すミラー、レンズを用いた2種類の光スイッチの説明図である。

【図7】他の実施の形態を示す磁石を対向させた光スイッチの説明図である。

【図8】他の実施の形態を示す2×N型光スイッチの分解斜視図である。

【図9】他の実施の形態を示すM×N型光スイッチの構成図である。

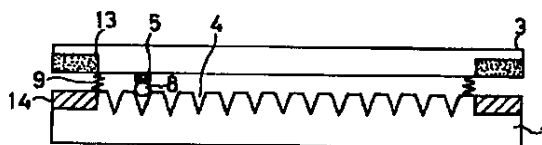
【図10】他の実施の形態を示す光スイッチのロータリジョイント部の概略図である。

【図11】従来例の機械式のロータリ光スイッチの平面図である。

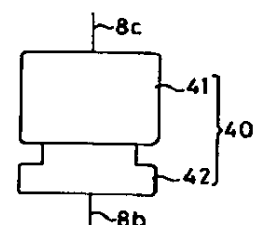
#### 【符号の説明】

- 1 基板
- 2 円形の孔
- 3 蓋
- 4 V溝
- 5 時計針
- 6 時計機構
- 7 固定光ファイバ
- 7 a 固定光ファイバの先端部
- 8 可動光ファイバ
- 8 a 可動光ファイバの先端部
- 8 b 可動光ファイバの基端部
- 8 c 可動光ファイバの基端部
- 9 バネ
- 10 屈折率整合剤
- 11 カプセル
- 12 ゴムパッキン
- 13 電磁石
- 14 永久磁石
- 15 水晶振動子
- 16 光導波路
- 20 光スイッチ
- 21 可動光ファイバ基端部
- 27 切断部
- 29 軸

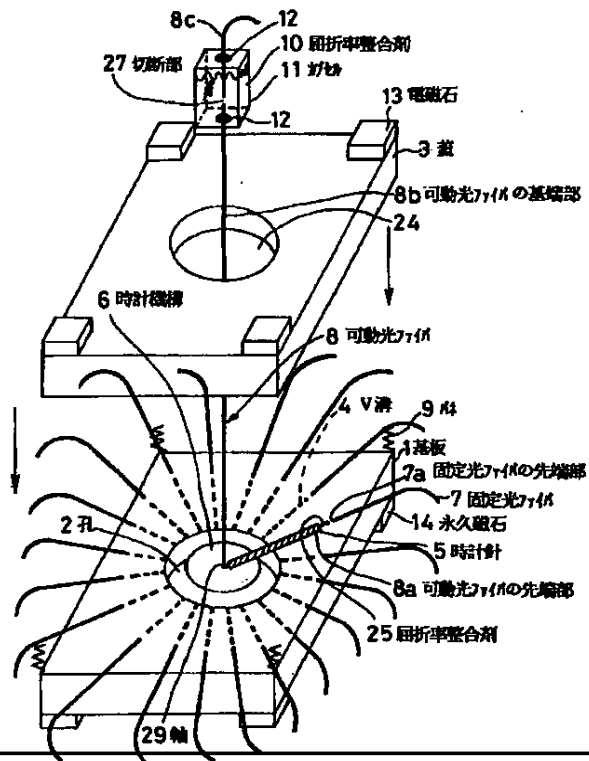
【図7】



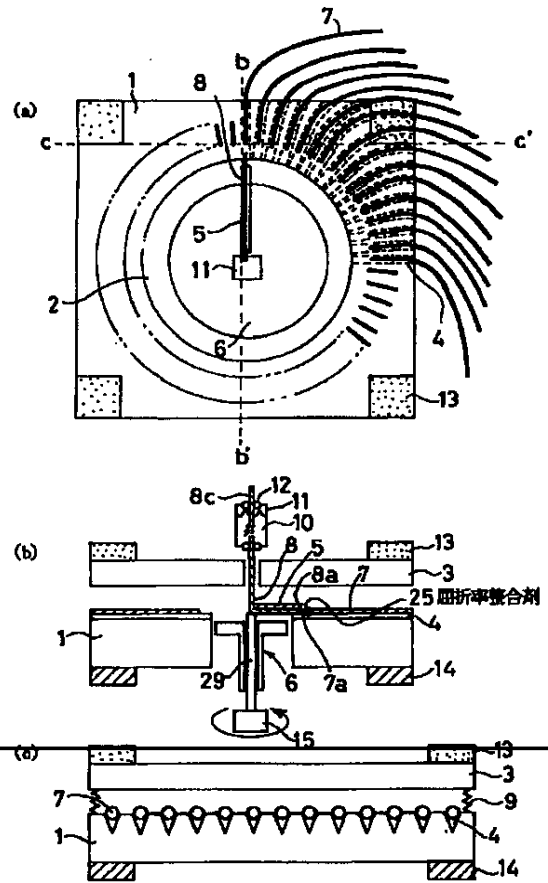
【図10】



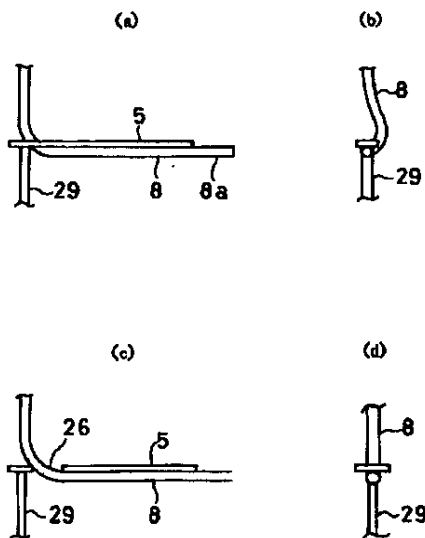
【図1】



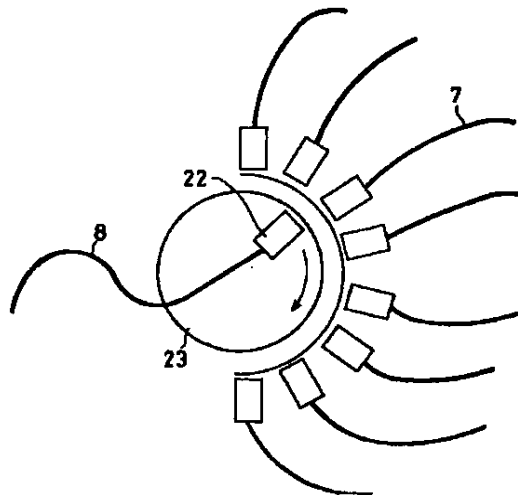
【図2】



【図3】

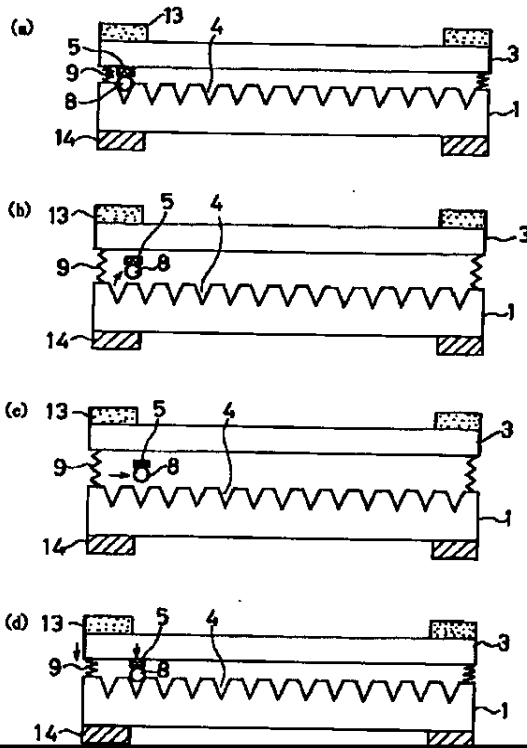


【図11】

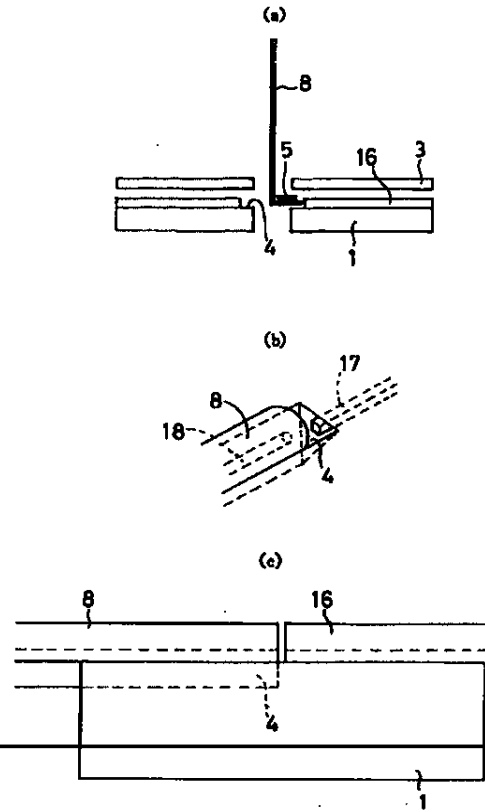




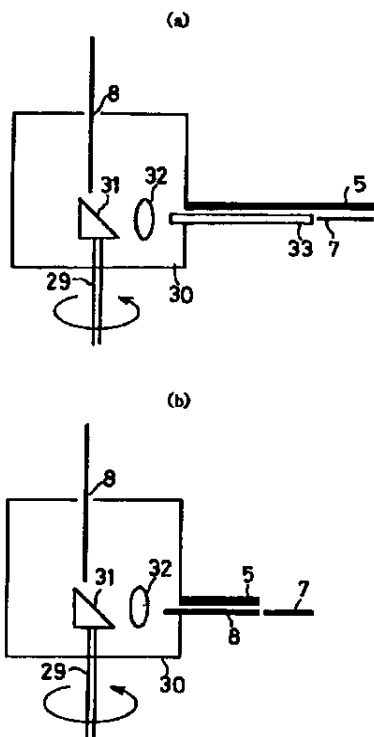
【図4】



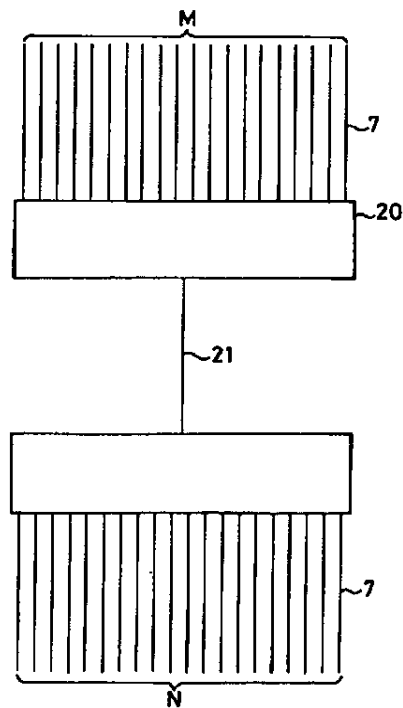
【図5】



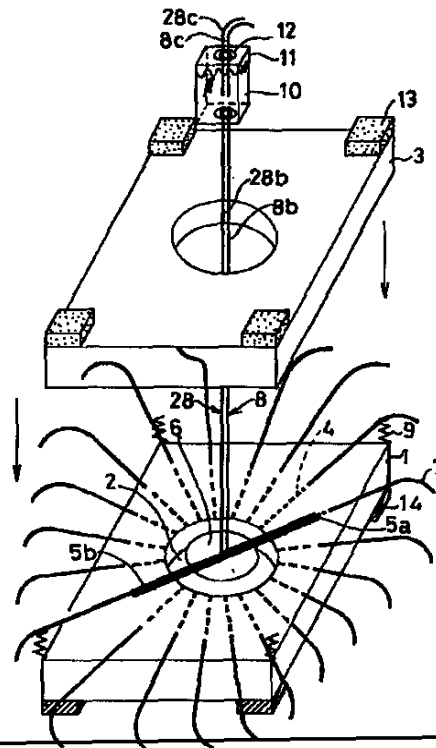
【図6】



【図9】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 櫻村 誠一

茨城県土浦市木田余町3550番地 日立電線  
株式会社アドバンスリサーチセンタ内